广州珠江隧道工程简介

广州市地下铁道总公司　陈韶章　任孝思

珠江主河道由西北向东南方向流人广州市区，把广州分隔成三大块，即市中心的河北区、河南区和芳村区，其中芳村区总面积为40.8平方公里（相当于市中心区的40.9%），而在该区工作及居住人口仅有26万，其中常住户口者仅为12万人。区内有冶炼、造船、制药、建材、机械、食品等工业及大型仓库区、港区、火车站等。芳村区是广州市联系西南方向的佛山、珠海、中山、江门、茂名、湛江、肇庆等城市的重要通道之一、而目前芳村区与市中心区直接交通通道极少，仅有珠江大桥（铁路、公路混合桥）上往返均为单车道的联络通道。为了加强芳村区与市中心区的交通联系，加快芳村区的发展，有利于市中心区的人口向芳村区迁移，降低市中心区的人口密度，广州市人民政府于1986年决定修建广州珠江隧道工程。该隧道是广州市“八五”计划的重点市政建设工程项目之一，由市政府委托广州市政管理局承建。它的建成将成为连接广州市中心的河北区与芳村区的主要交通通道。远期也将成为广州市快速轨道系统路网中1号线过江接芳村线路的组成部分。根据广州市城市规划要求，经方案比较结果选定，隧道从沙面西端沙基涌口横穿珠江，北岸与广州内环线上的黄河大道、元二三路高架路衔接，南岸与芳村大道及规划先建的花地大道、芳村立交桥接通，该隧道的江中段采用沉管法施工，是我国目前第一条大型沉管隧道，如图1所示。

隧道横断面采用四孔箱形钢筋混凝土结构，其中两孔为双车道单向运行的机动车道，另一孔作为预留双线快速轨道系统区间通道，同时设有管线设备廊。根据可行性研究预测，机动车道（四车道）的设计交通量为3600辆／小时，每车道设计交通量为900辆／小时。设计计算车速50公里／小时，最低计算车速15公里／小时。机动车隧管通行限界，每条车道宽3.5米，高4.7米，通行不高于4米车辆，快速轨道系统隧管按运行大容量车辆来确定限界。根据上述限界要求，结合结构设计，本隧道外轮廓尺寸为宽33米，高7.956米，见图2。

整条隧道由黄沙岸上段、江中段和芳村岸上段三大部分组成。机动车道总建筑长度为1238.5米，其中江中段全长457米，采用预制管段沉放法施工，分五节在干坞场内预

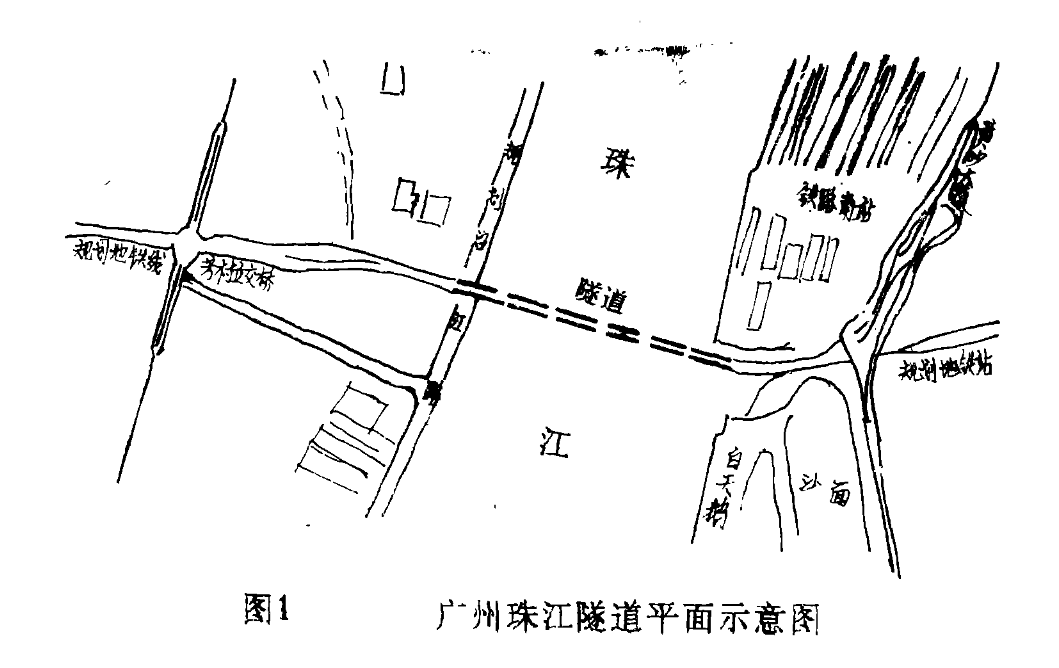


图1　　广州珠江隧道平面示意图

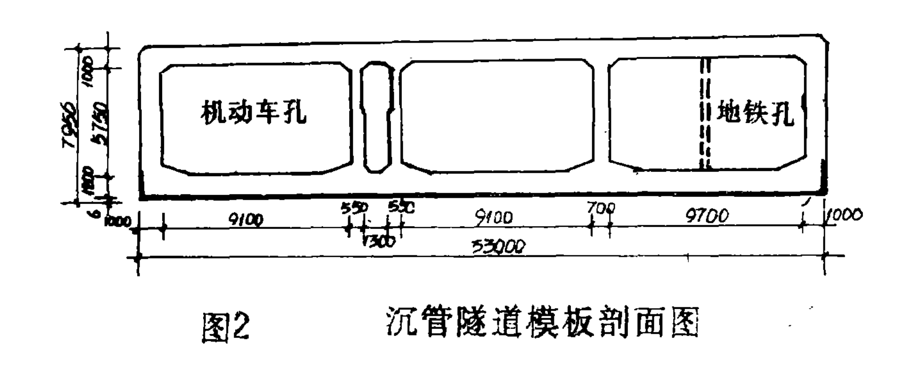


图2　　沉管隧道模板剖面图

（1：100　单位：米）

制，然后分节浮运沉放，第一节管段长105米，第二、第三节为120米，第四节为90米，第五节为22米。管节混凝土标号为300#，抗渗标号为B_8。黄沙岸上段全长427米，包括191.5米敞开式引道段和235.5米明挖暗埋段。而芳村岸上段全长354.5米，包括326米敞开式引道段和28.5米明挖暗埋段。并且在每个敞开段中，根据通风、照明等需要设置导流墙和遮光栅，另外在芳村侧洞口部设置收费广场，共设14个收费亭，收费亭上面是人行天桥，而在收费亭两侧是隧道管理大楼。

隧道纵断面通过的主航道要求通航水位标高为3.79米，隧道埋置深度，设在3.79米水位下8.29米，即在主航道范围内，隧道顶面标高不高于－4.50米。机动车隧道内最大纵坡3.8%，路面最低点标高为－11.18米，机动车引道最大纵坡黄沙侧为4.5%，芳村

侧为4.9%。机动车隧管内最小竖曲线半径为1500米，最短坡段长50.5米。引道段最小竖曲线半径为1200米，最短坡段长44米。快速轨道系统隧管最大纵坡3%，最小竖曲线半径3000米，最短坡段140米。沉管纵断面及航道水位情况如图3所示。

广州属基本地震烈度为七度地区，隧道结构纵、横向设计均考虑抗震设防。在纵向设计中，考虑到温度变化、混凝土干缩、不均匀沉降、地震等影响，管节之间接头采用柔性接头形式，以GINA橡胶止水带作为第一道止水，以OMEGA带作为第二道止水带，接头处还设置垂直、水平剪切键，并以Ω钢板作为纵向连接弹簧，以防地震发生时，纵向位移量大于GINA带，OMEGA带允许位移量而产生破坏漏水。

经综合比较，沉管隧道采用砂流法后填基础，即首先在挖好的基槽上设置临时支座，沉管放在临时支座上，管底与基槽间预留约60厘米空隙，用千斤顶调整位置，然后用砂泵把砂水混合物灌入基槽，直至管节下面空隙完全填满为止，放松千斤顶使管节落在砂垫层上，这种基础具有施工简易、造价低的优点，并且能明显改善管节纵、横向受力状态。

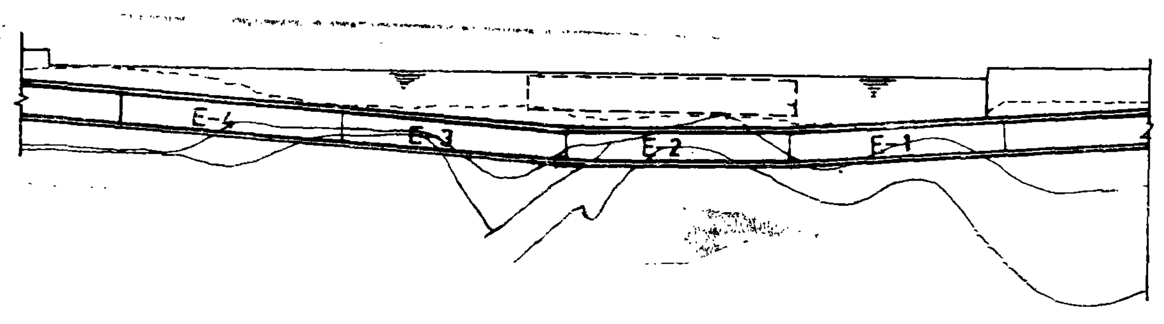


图3　沉管纵断面及航道水位图

沉管管节分四次（共五节）在芳村干坞场内制作，除第四、第五节合并一次制作外，其它管节每次预制一节，每制作完一节就浮运出干坞并拖到预定位置加载沉放，沉放顺序由黄沙开始逐一沉至芳村，干舷值约为8～12厘米。

浮运沉放是沉管隧道施工的关键工序之一，在九三年四月十四日至十五日的浮运沉放施工中，管节的浮运是通过设置在预定位置上的铰车作为浮运动力，经过三百多米浮运和平面转体，在十四日14：00左右管节顺利进入隧道预定位置，这期间水流速度、水流方向，潮位是影响施工的主要因素。

第一节沉管在十五日的沉放作业是采用单起重船双钩吊挂沉放方法，施工首先往管内加压载水达到一定量负浮力，即抗浮系数不大于1.01情况下，通过吊挂系统调整管节至3%的设计纵倾，然后慢慢沉放到临时基础上，且对接端面相距约600mm的状态下，初步修正各项误差，再平移管节至对接端面相距210mm，起动垂直、横向调节系统把各项误差调整到设计要求的安装精度后，用2个150T拉合千斤顶把管节拉合到接头初步止水，这时，利用排出接头内的水而产生约4000T水压差使GIAN橡胶止水带压缩到形成良好的止水效果。

十五日20：30国内第一节沉管沉放对接成功。

主要的水文地质资料如下，隧道区岩土体自上而下可分四个带：

松散土层带：由人工填土、海冲积淤泥质土、粉细砂、局部中砂等组成。

土状带（残积层）：为砂岩、砂砾岩剧风化产物。

块状带：主要为砂岩、砾岩、砂砾岩强风化带，包括少部分中等风化带。

完整带：主要由微风化～新鲜岩石组成。

水文水质情况：

历史最高水位	8.50米
历史最低水位	3.36米
推算一百年一遇洪水平	7.81米
最高潮水位	6.71米
最低潮水位	3.75米
断面流速	＜1米／秒
水温	18.8℃～32.2℃
水比重	1.0049～1.0056克／厘米^3

涨急落急平均断面输砂率0.1104～0.045公斤／秒

一次涨落潮平均输砂量2235.94～584.25公斤

纯潮期	PH＝6.6～6.8中性
洪水期	PH＝6.0弱酸性

隧道机动车隧道采用射流风机的纵向通风方式，选用叶轮直径为630mm，外径800mm的射流风机，此种风机外形对称，叶片可反转，火灾时风机可在高温250℃持续运行一个小时。

隧道供水以城市自来水为唯一水源，为确保消防用水量和压力，水源由芳村、黄沙地区城市供水网各接入一路供水管，并相互贯通。排水系统采取分段收集，分别设置水泵，把雨水、清洗水及消防废水直接排入珠江河，在黄沙和芳村隧道入口处以及隧道中间最低点处均没有水泵房。消防设备采用水灭火与化学灭火剂灭火相结合的原则，在每条隧道行车方向的左侧墙上及敞开段的两侧墙上，按100米间距设置消火栓，按50米间距设置消防卷盘，每隔25米设置1211化学药剂灭火器。

隧道的用电按一级负荷用户设置，由两路不同电源变电所10kv电源供给，另备有第三电源即备用柴油发电机组供电。在隧道两端即黄沙和芳村口部各设10kv／0.4kv降压变电所各一座。隧道入口段、过渡段人工加强照明及基本段（中心段）照明均采用高压钠灯，以断续带状均匀布置于隧道顶部，基本段路面白天平均亮度为6尼脱，照明控制采用手动和自动控制两种方式。

在隧道收费广场一侧设有中央监控管理大楼，楼上设有中央监控值班室，值班人员可通过中央电脑系统对下列各系统进行实时监测和控制。

a.交通信号控制系统

b.通风系统

e.照明系统

d.供电系统

c.排水系统

f.火灾报警系统

g.闭路电视系统

在进入隧道区域适当位置设有红外线超高检测装置和机械限高装置，以阻止超高车辆进入隧道内。而在隧道内机动车道两侧每隔100米设置事故报警电话，另外为了便于处理交通事故现场和火灾现场疏导，隧道内还设有无线通讯系统和有线广播系统。而在隧道芳村侧设有收费亭，采用人工售验票，自动核对和统计的收费系统。

广州珠江隧道工程浩大，目前正处于紧张施工阶段，隧道建成后预计近期通过车流为2.5万辆／日，而远期达5.2万辆／日，这样将大大增强市中心区与芳村区的交通联系，而且必将对芳村区的开发建设、降低市中心区人口密度发挥积极的作用，同时可缓合广州西南出入口的交通紧张状况。